

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 2 日
Date of Application:

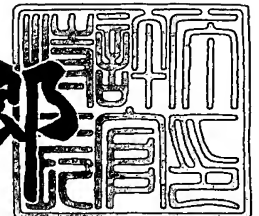
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 0 4 8 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 9 0 4 8 4]

出 願 人 三 菱 電 機 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 545570JP01

【提出日】 平成15年 7月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01F 1/68

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 河合 正浩

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 感熱式流量検出素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平板状の基材と、

上記基材の裏面から表面に貫通するように形成されたキャビティと、

上記基材の表面と同一面位置となり、かつ、上記基材の表面側の上記キャビティの開口を塞口するように形成された絶縁膜と、

上記キャビティの開口位置に形成された上記絶縁膜の部位に、上記基板の裏面側から形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有することを特徴とする感熱式流量検出素子。

【請求項 2】 上記キャビティの開口から上記基材の表面側に露出する上記絶縁膜の露出面および上記基材の表面を覆うように形成された保護膜を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の感熱式流量検出素子。

【請求項 3】 絶縁膜が表面の全面に形成された平板状の基材と、

上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去して形成されたキャビティと、

上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有することを特徴とする感熱式流量検出素子。

【請求項 4】 上記発熱抵抗部と同一の感熱抵抗膜で構成され、上記発熱抵抗部から上記キャビティの壁面を通して上記基材の裏面上に延出するリードパターンを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の感熱式流量検出素子。

【請求項 5】 平板状の基材の表面に保護膜を形成する工程と、

上記基材の裏面側から上記保護膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、

上記基材の裏面、上記キャビティの壁面および該キャビティ内に露出する上記保護膜の露出面に絶縁膜を形成する工程と、

上記保護膜の露出面に形成された上記絶縁膜の部位に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有することを特徴とする感熱式流量検出素子の製造方

法。

【請求項 6】 上記絶縁膜を形成する工程の後、上記保護膜を除去する工程を有することを特徴とする請求項 5 記載の感熱式流量検出素子の製造方法。

【請求項 7】 平板状の基材の表面に絶縁膜を形成する工程と、
上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、

上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有することを特徴とする感熱式流量検出素子の製造方法。

【請求項 8】 上記発熱抵抗部を形成する工程において、上記感熱抵抗膜をパターンニングして、上記発熱抵抗部とともに、上記発熱抵抗部から上記キャビティの壁面を通して上記基材の裏面上に延出するリードパターンを同時に形成することを特徴とする請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の感熱式流量検出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば内燃機関の吸入空気量を計測する流量検出素子およびその製造方法に関し、特に発熱体を備え、該発熱体あるいは発熱体によって加熱された部分から流体への熱伝達現象に基づいて該流体の流速ないしは流量を計測する流量センサに適用される感熱式流量検出素子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の流量検出素子では、導体膜と絶縁膜とからなる薄膜層が基板の表面に形成され、空洞部が基板裏面側から薄膜層を残すように形成されて、薄膜層からなる薄膜部（検出部）が空洞部上に形成されている。そして、貫通孔が空洞部の形成されていない領域の基板裏面側から導体膜まで達するように形成され、導体が貫通孔の壁面に形成され、基板導体部が導体を介して導体膜に電氣的に接続する

ように基板裏面に形成されている。(例えば、特許文献1)

【0003】

【特許文献1】

特開 2002-357467号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の流量検出素子においては、検出部としての薄膜部が基板の表面に形成されているので、計測流体に曝される基板表面に凹凸が生じてしまう。これにより、薄膜部の表面における計測流体の流れに乱れが生じて、流量特性がばらついたり、長期の使用において、ダストが凹凸部に堆積して、薄膜部の表面を流れる計測流体の様相が変化したりして、流量検出特性が変動してしまうという課題があった。

【0005】

また、貫通孔が基板裏面側から基板および絶縁膜を除去して導体膜まで達するように形成された後、導体を貫通孔の壁面および導体膜の露出面に形成しているので、導体と導体膜との接合部での密着力が低下したり、熱や電流により接合界面で反応が起こり、接合部の抵抗変化が生じてしまい、高い信頼性が得られないという課題があった。

また、基板表面側の導体膜から基板裏面側の基板導体部に至るように配線するために、貫通孔を基板裏面側から導体膜に至るように形成し、さらに導体を貫通孔の壁面および導体膜の露出面に形成する必要がある、製造工程が煩雑となるという課題もあった。

【0006】

また、電極取り出し用の貫通孔を空洞部の形成領域を避けて基板に形成する必要がある、貫通孔を形成するための領域が必要となり、流量検出素子の小型化が図れないという課題もあった。

また、空洞部に加えて貫通孔を形成しているので、基板の機械的強度が低下してしまい、ワイヤボンディング等による外部と基板導体部との接続工程で生じる基板へのストレスや流量検出素子の落下等により基板の損傷が発生しやすいとい

う課題もあった。

【0007】

この発明は、上記の課題を解消するためになされたもので、基材を貫通するように形成されたキャビティの表面側開口を塞口するように絶縁膜を形成し、キャビティ内に露出する絶縁膜の露出面に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成するようにし、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性が得られる感熱式流量検出素子およびその製造方法を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

この発明による感熱式流量検出素子は、平板状の基材と、上記基材の裏面から表面に貫通するように形成されたキャビティと、上記基材の表面と同一面位置となり、かつ、上記基材の表面側の上記キャビティの開口を塞口するように形成された絶縁膜と、上記キャビティの開口位置に形成された上記絶縁膜の部位に、上記基板の裏面側から形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有するものである。

【0009】

また、この発明による感熱式流量検出素子は、絶縁膜が表面の全面に形成された平板状の基材と、上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去して形成されたキャビティと、上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有するものである。

【0010】

また、この発明による感熱式流量検出素子の製造方法は、平板状の基材の表面に保護膜を形成する工程と、上記基材の裏面側から上記保護膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、上記基材の裏面、上記キャビティの壁面および該キャビティ内に露出する上記保護膜の露出面に絶縁膜を形成する工程と、上記保護膜の露出面に形成された上記絶縁膜の部位に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有するものである。

【0011】

また、この発明による感熱式流量検出素子の製造方法は、平板状の基材の表面に絶縁膜を形成する工程と、上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有するものである。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す下面図、図2はこの発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す上面図、図3はこの発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す断面図である。なお、図1では、裏面保護膜が省略されている。また、図2中、矢印24は流量検出素子に対する計測流体の流れ方向を示している。そして、図1乃至図3では、構成をわかりやすくするために、実際の寸法比で描かれていない。これは、以下の各図においても同様である。

【0013】

図1乃至図3において、基材1は、例えば矩形平板状に形成されたシリコン基板である。そして、熱酸化膜等からなる保護膜2aが基材1の表面1aの全面に形成されている。また、熱酸化膜等からなる保護膜2bが2つの矩形状の開口部を有するように基材1の裏面1bの全面に形成されている。そして、キャビティ9a、9bが保護膜2bの各開口部から保護膜2aに至るように基材1を除去して形成されている。これらのキャビティ9a、9bは、基材1の長手方向に離間して設けられ、それぞれ基材1の表面1aに直交する断面形状を台形状に形成されている。さらに、窒化シリコン等からなる絶縁膜3が、基材1の裏面1b側から、保護膜2b、キャビティ9a、9bの壁面および保護膜2aの露出面を覆うように形成されている。

【0014】

感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部4がキャビティ9a内の保護膜2aの露出面に

形成された絶縁膜 3 上に形成され、感熱抵抗膜からなる流体温度測温抵抗部 5 がキャビティ 9 b 内の保護膜 2 a の露出面に形成された絶縁膜 3 上に形成されている。そして、リードパターン 6 a ~ 6 d が発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 の端部から、キャビティ 9 a、9 b の壁面を通り、基材 1 の裏面 1 b に至るように絶縁膜 3 上に形成されている。さらに、窒化シリコン等で作製された絶縁性の裏面保護膜 8 が発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d を覆うように絶縁膜 3 上に形成されている。

【0015】

ここで、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d を構成する感熱抵抗膜は、抵抗値が温度依存性を有する材料で作製された抵抗膜であり、例えば白金で作製された抵抗膜である。また、保護膜 2 a、絶縁膜 3、発熱抵抗部 4 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 a が、周囲を基材 1 に支持されてキャビティ 9 a 上に構成されている。同様に、保護膜 2 a、絶縁膜 3、流体温度測温抵抗部 5 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 b が、周囲を基材 1 に支持されてキャビティ 9 b 上に構成されている。

【0016】

さらに、電極 7 a ~ 7 d が、リードパターン 6 a ~ 6 d の端部を露出させるように裏面保護膜 8 の一部を除去して形成されている。そして、電極 7 a ~ 7 d と外部機器とがフリップチップボンディングやワイヤボンディング等の周知の技術により接続される。これにより、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 がリードパターン 6 a ~ 6 d を介して外部機器と接続される。

【0017】

つぎに、このように構成された流量検出素子 13 の製造方法について図 4 および図 5 を参照しつつ説明する。

まず、図 4 の (a) に示されるように、(100) 結晶方位を有する矩形平板状のシリコン基板からなる基材 1 が用意され、基材 1 の表面 1 a および裏面 1 b の全面に熱酸化膜が形成されている。ここで、基材 1 の厚さは例えば $400\ \mu\text{m}$ であり、熱酸化膜の厚さは例えば $0.5\ \mu\text{m}$ である。そして、基材 1 の表面 1 a

に形成された熱酸化膜が保護膜 2 a を構成し、裏面 1 b に形成された熱酸化膜が保護膜 2 b を構成している。

【0018】

ついで、基材 1 の裏面 1 b に形成された保護膜 2 b の全面にレジストを塗布し、写真製版技術等を用いてレジストをパターンニングし、レジストに矩形状の開口を形成する。そして、エッチングにより開口部から露出する保護膜 2 b を除去し、図 4 の (b) に示されるように、矩形状のエッチングホール 12 a、12 b を形成する。

【0019】

ついで、例えばアルカリエッチングを施し、エッチングホール 12 a、12 b から保護膜 2 a に至るように基材 1 を除去する。これにより、図 4 の (c) に示されるように、キャビティ 9 a、9 b が形成される。ここで、エッチャントとしては、KOH、TMAH (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)、NaOH 等が用いられる。

【0020】

ついで、レジストを除去し、基材 1 の裏面側から全面に、スパッタ或いは CVD 等の方法を用いて窒化シリコンを例えば $1.0\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜し、図 4 の (d) に示されるように、絶縁膜 3 を形成する。

さらに、図 5 の (a) に示されるように、基材 1 の裏面側から絶縁膜 3 の全面に、蒸着或いはスパッタ等の方法を用いて白金を例えば $0.2\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。

【0021】

ついで、スプレーコート等によりレジストを基材 1 の裏面側の白金膜の全面に塗布し、写真製版、ウエットエッチング (或いはドライエッチング) 等の方法を用いて、白金膜をパターンニングする。これにより、図 5 の (b) に示されるように、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d が同時に形成される。

そして、レジストを除去し、基材 1 の裏面側から全面に、スパッタ或いは CVD 等の方法を用いて窒化シリコンを例えば $1.0\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜し、図 5 の (

c) に示されるように、裏面保護膜 8 を形成する。

ついで、裏面保護膜 8 の全面にレジストを塗布し、写真製版、ウエットエッチング（或いはドライエッチング）等の方法を用いて、裏面保護膜 8 の一部を除去する。これにより、図 5 の（d）に示されるように、基材 1 の裏面 1 b 上に位置するリードパターン 6 a ～ 6 d の端部が露出し、電極 7 a ～ 7 d が形成される。

【0022】

このようにして、保護膜 2 a、絶縁膜 3、発熱抵抗部 4 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 a が、周囲を基材 1 に支持されてキャビティ 9 a 上に構成され、保護膜 2 a、絶縁膜 3、流体温度測温抵抗部 5 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 b が、周囲を基材 1 に支持されてキャビティ 9 b 上に構成される。そして、ダイヤフラム 10 a、10 b は例えば 1.5 mm × 2.0 mm の大きさに形成され、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 はダイヤフラム 10 a、10 b の中央部に、例えば 0.8 mm × 1.0 mm の大きさに形成されている。

【0023】

つぎに、このように作製された流量検出素子 13 を用いた流量センサ 100 の構成について、図 6 および図 7 を参照しつつ説明する。図 6 はこの発明の実施の形態 1 による流量検出素子を用いた流量センサを示す正面図、図 7 は図 6 の V I - V I I 矢視断面図である。

図 6 および図 7 において、流量センサ 100 は、計測流体の通路となる主通路 20 と、主通路 20 と同軸的に配設された検出管路 21 と、制御回路基板 30 が収容されたケース 22 と、流量センサ 100 に電力を供給し且つ出力を取り出すためのコネクタ 23 と、検出管路 21 内に配設された流量検出素子 13 とから構成されている。そして、流量検出素子 13 のリードパターン 6 a ～ 6 d と制御回路基板 30 とがリード線 31 により電氣的に接続されている。

【0024】

流量検出素子 13 は、その基材 1 の表面が計測流体の流れ方向 24 と平行となるように且つ基材 1 の表面が計測流体に曝されるように検出管路 21 内に配設されている。

【0025】

この流量センサ100における制御回路40は、図8に示されるように、発熱抵抗部4および流体温度測温抵抗部5を含むブリッジ回路41となっている。抵抗R1、R2、R3は固定抵抗、OP1は演算増幅器、TR1はトランジスタ、BATTは電源である。なお、流体温度測温抵抗部5と発熱抵抗部4とを除く制御回路は、制御回路基板30上に実装されている。

【0026】

そして、発熱抵抗部4および流体温度測温抵抗部5はそれぞれダイヤフラム10a、10bに構成されているので、発熱抵抗部4で発生した熱は、流体温度測温抵抗部5まで伝達されない。また、流体温度測温抵抗部5は発熱抵抗部4の下流側に位置していないので、流体温度測温抵抗部5は発熱抵抗部4からの熱伝達により暖められた計測流体に曝されない。そこで、流体温度測温抵抗部5で検出される温度は、計測流体の温度とほぼ等しくなっている。

制御回路40は、図8中のP1点とP2点との電位を略等しくするように働き、発熱抵抗部4の加熱電流IHを制御する。そして、計測流体の流速が速くなると、発熱抵抗部4から計測流体への熱伝達が多くなるため、発熱抵抗部4の温度が低下する。そこで、発熱抵抗部4の平均温度が所定の値を保つように、即ち平均温度が計測流体の温度より所定温度（例えば、100deg）だけ高い値を保つように加熱電流IHが増加される。この加熱電流IHを抵抗R2の両端で電圧Voutとして検出すると、流速あるいは所定の通路断面積を有する通路を流れる流量が検出できる。

【0027】

ここで、発熱抵抗部4の抵抗値をRH、発熱抵抗部4の平均温度をTH、計測流体温度をTA、所定の通路断面積を有する通路内を流れる流量Qとすると、式(1)が成り立つ。

$$IH^2 \times RH = (a + b \times Q^n) \times (TH - TA) \quad \dots (1)$$

但し、a、b、nは流量検出素子の形態によって決まる定数である。

aは流量に依存しない熱量に相当する係数であり、その大部分は発熱抵抗部4から基材1へ伝わる熱伝導損失である。一方、bは強制対流熱伝達に相当する係

数である。nは発熱抵抗部4近傍の流れの様相によって決まる値であり、その値は0.5程度となる。式(1)より明らかなように、aの係数に相当する熱量は流量検出に寄与しない。

そこで、 $(T_H - T_A) / R_H$ を T_A に拘わらず一定とすることにより、IHはQの関数となる。そして、IHに相当する出力が流量センサの検出流量出力となる。

【0028】

この実施の形態1によれば、保護膜2aが基材1の表面1aの全面に形成されており、発熱抵抗部4および流体温度測温抵抗部5が、キャビティ9a、9b内に露出する保護膜2aの露出面上に被覆されている絶縁膜3の部位に形成されているので、計測流体の流れに曝される基材1の表面に凹凸がなくなり、計測流体の流れの乱れや、基材1の表面へのダストの堆積が生じず、流量特性を安定化させることができる。

【0029】

また、リードパターン6a～6dが発熱抵抗部4および流体温度測温抵抗部5からキャビティ9a、9bの壁面を通して基材1の裏面1b上に延出するように形成されているので、従来技術で設けられていた電極取り出し用の貫通孔が不要となり、流量検出素子の小型化が実現できる。さらに、貫通孔を設けることに起因する流量検出素子の機械的強度の低下がないので、ワイヤボンディング等の接続工程でのストレスや流量検出素子の落下に起因する基材の損傷の発生を低下させることができる。さらにまた、リードパターン6a～6dが基材1の表面側に露出していないので、リードパターン6a～6dは基材1により計測流体に対して保護されており、リードパターン6a～6dの異物等によるカバレッジの欠陥がなく、信頼性を向上させることができる。

【0030】

また、発熱抵抗部4とリードパターン6a、6bとが同一の感熱抵抗膜で一体に形成され、流体温度測温抵抗部5とリードパターン6c、6dとが同一の感熱抵抗膜で一体に形成されているので、従来技術で発生していた導体部と導体との接合部における密着力低下や抵抗変化の問題はなく、高い信頼性が得られる。

また、ダイヤフラム 10 a、10 b が保護膜 2 a を有しているので、ダイヤフラム 10 a、10 b の機械的強度が大きくなり、耐久性が向上される。

【0031】

また、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 がキャビティ 9 a、9 b 内の保護膜 2 a の露出面に形成された絶縁膜 3 上に形成されている。そして、基材 1 が除去されて露出した保護膜 2 a の面には異物の付着もないので、保護膜 2 a の露出面に形成される絶縁膜 3 には凹凸が形成されにくい。そこで、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 は凹凸のない絶縁膜 3 上に形成されることになり、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 の凹凸に起因する抵抗値ばらつきが低減され、検出精度が高められる。一方、基材 1 の表面 1 a に形成された保護膜 2 a の表面に発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 を形成する場合、基材 1 の表面 1 a に異物が付着しやすく、表面 1 a 上に形成される保護膜には異物による凹凸が形成されてしまう。その結果、保護膜の表面に形成される発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 にも凹凸が形成されてしまい、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 の凹凸に起因する抵抗値ばらつきが生じ、検出精度の低下をもたらすことになる。

【0032】

また、基材 1 の裏面側から保護膜 2 a に至るようにキャビティ 9 a、9 b を形成し、基材 1 の裏面 1 b、キャビティ 9 a、9 b の壁面および保護膜 2 a の露出面に絶縁膜 3 を被覆形成し、ついで、感熱抵抗膜を絶縁膜 3 上に被覆形成した後、感熱抵抗膜をパターンニングして、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a～6 d を形成しているので、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a～6 d が同時に形成でき、貫通孔を形成する工程や貫通孔内に導体を形成する工程が必要なくなり、流量検出素子 13 を容易に安価に製造することができる。

【0033】

なお、上記実施の形態 1 では、基材 1 の両面（表面 1 a および裏面 1 b）に保護膜 2 a、2 b を形成した流量検出素子 13 について説明しているが、保護膜 2 a、2 b は、ダイヤフラム 9 a、9 b を形成するためのマスクとして機能すれば

よく、材料や成膜方法は上記実施の形態で実施したものに限定されない。例えば、保護膜 2 a、2 b として、エッチャントに耐える材料のテープを貼り付けもよい。

【0034】

また、保護膜 2 a、2 b が、物性的に流量検出性能を悪化させるような材料や、応力が高くダスト強度を低下させるような材料である場合には、保護膜 2 a、2 b を除去してもよい。例えば、保護膜 2 a、2 b が熱酸化膜の場合、保護膜 2 b は、図 4 (c) の工程後、保護膜 2 a は、図 4 の (d) の工程の後、バッファード弗酸を用いたエッチングにより除去することができる。ここで、保護膜 2 a を除去した場合においても、絶縁膜 3 は基材 1 の表面 1 a と同一面位置となってキャビティ 9 a、9 b の表面側の開口を塞口しているので、計測流体の流れに曝される基材 1 の表面に凹凸がなくなり、流量特性を安定化させることができる。

【0035】

また、上記実施の形態 1 では、基材 1 としてシリコン基板を用いるものとして説明しているが、基材 1 の材料は特に限定されるものではなく、例えばアルミナ基板やガラス基板を用いてもよい。

【0036】

実施の形態 2.

図 9 はこの発明の実施の形態 2 に係る感熱式流量検出素子を示す断面図である。

図 9 において、基材 1 A は、例えば矩形平板状に形成されたアルミナ基板である。そして、窒化シリコン膜等からなる絶縁膜 3 a が基材 1 A の表面 1 a の全面に形成されている。また、窒化シリコン膜等からなる保護膜 3 b が 2 つの矩形状の開口部を有するように基材 1 A の裏面 1 b の全面に形成されている。そして、キャビティ 9 a、6 b が保護膜 3 b の各開口部から絶縁膜 3 a に至るように基材 1 A を除去して形成されている。

【0037】

白金等の感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部 4 がキャビティ 9 a 内の絶縁膜 3 a の露出面上に形成され、白金等の感熱抵抗膜からなる流体温度測温抵抗部 5 がキャ

ビティ 9 b 内の絶縁膜 3 a の露出面上に形成されている。そして、リードパターン 6 a ~ 6 d が発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 の端部から、キャビティ 9 a、9 b の壁面を通り、基材 1 の裏面 1 b に至るように形成されている。さらに、窒化シリコン等で作製された絶縁性の裏面保護膜 8 が発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d を覆うように形成されている。

さらに、電極 7 a ~ 7 d が、リードパターン 6 a ~ 6 d の端部を露出させるように裏面保護膜 8 の一部を除去して形成されている。

【0038】

ここで、絶縁膜 3 a、発熱抵抗部 4 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 a が、周囲を基材 1 A に支持されてキャビティ 9 a 上に構成されている。同様に、絶縁膜 3 a、流体温度測温抵抗部 5 および裏面保護膜 8 を積層してなる薄肉のダイヤフラム 10 b が、周囲を基材 1 A に支持されてキャビティ 9 b 上に構成されている。

【0039】

つぎに、このように構成された流量検出素子 13 A の製造方法について説明する。

まず、矩形平板状のアルミナ基板からなる基材 1 A が用意され、基材 1 A の表面 1 a および裏面 1 b の全面に、スパッタ或いは CVD 等の方法を用いて窒化シリコンを例えば $1.0 \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。そして、基材 1 A の表面 1 a に形成された窒化シリコン膜が絶縁膜 3 a を構成し、裏面 1 b に形成された窒化シリコン膜が保護膜 3 b を構成している。

【0040】

ついで、基材 1 の裏面 1 b に形成された保護膜 3 b の全面にレジストを塗布し、写真製版技術等を用いてレジストをパターンニングし、レジストに矩形状の開口を形成する。そして、エッチングにより開口部から露出する保護膜 3 b を除去し、矩形状のエッチングホールを形成する。

ついで、エッチングにより、エッチングホールから絶縁膜 2 a に至るように基材 1 A を除去し、キャビティ 9 a、9 b を形成する。

【0041】

ついで、レジストを除去し、基材 1 A の裏面側から基材 1 A の裏面 1 b、キャビティ 9 a、9 b の壁面および絶縁膜 3 の露出面に、蒸着或いはスパッタ等の方法を用いて白金を例えば $0.2 \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。

ついで、スプレーコート等によりレジストを基材 1 A の裏面側の白金膜の全面に塗布し、写真製版、ウエットエッチング（或いはドライエッチング）等の方法を用いて、白金膜をパターンニングする。これにより、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d が同時に形成される。

そして、レジストを除去し、基材 1 A の裏面側から全面に、スパッタ或いは CVD 等の方法を用いて窒化シリコンを例えば $1.0 \mu\text{m}$ の厚さに成膜し、裏面保護膜 8 を形成する。

さらに、裏面保護膜 8 の全面にレジストを塗布し、写真製版、ウエットエッチング（或いはドライエッチング）等の方法を用いて、裏面保護膜 8 の一部を除去する。これにより、基材 1 A の裏面 1 b 上に位置するリードパターン 6 a ~ 6 d の端部が露出し、電極 7 a ~ 7 d が形成される。

【0042】

このように、この実施の形態 2 においても、基材 1 A の表面 1 a の全面に絶縁膜 3 a が形成され、計測流体に曝される基材 1 A の表面に凹凸がなく、またリードパターン 6 a ~ 6 d が発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 からキャビティ 9 a、9 b の壁面を通して基材 1 A の裏面 1 b 上に延出するように形成されているので、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

【0043】

また、この実施の形態 2 によれば、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 が基材 1 A の表面 1 a に形成された絶縁膜 3 a のキャビティ 9 a、9 b 内の露出面に直接形成されているので、上記実施の形態 1 に比べて、製造工程の簡素化が図られる。

【0044】

なお、上記各実施の形態では、直接加熱制御方式について説明しているが、ここでは図示しないが、ダイヤフラム構造を有する感熱式流量検出素子、例えば発

熱抵抗部の上下流に測温抵抗部を配置する温度差検出方式や 2 つの発熱抵抗部を有するダブルヒーター方式についても同じである。

【0045】

また、上記各実施の形態では、発熱抵抗部 4、流体温度測温抵抗部 5 およびリードパターン 6 a ~ 6 d を構成する感熱抵抗膜を覆うように裏面保護膜 8 を形成して、水が基材 1 の裏面 1 b 側に浸入した際に、感熱抵抗膜における電気分解の発生を防止している。しかし、基材 1 の裏面 1 b 側が計測流体に曝されず、防水構造を持つ流量センサに感熱流量検出素子を用いる場合には、必ずしも裏面保護膜 8 を形成する必要はない。

【0046】

また、上記各実施の形態では、絶縁膜 3、3 a として窒化シリコン膜を用いるものとして説明しているが、絶縁膜 3、3 a は窒化シリコン膜に限定されるものではなく、例えば P S G 膜 (Phosphorous Silicate Glass) 等のシリコン酸化膜やアルミナ膜を用いることができる。

また、上記各実施の形態では、感熱抵抗膜として白金を用いるものとしているが、感熱抵抗膜は白金に限定されるものではなく、例えばニッケル、パーマロイを用いることができる。

【0047】

【発明の効果】

この発明によれば、上記基材の裏面から表面に貫通するように形成されたキャビティと、上記基材の表面と同一面位置となり、かつ、上記基材の表面側の上記キャビティの開口を塞口するように形成された絶縁膜と、上記キャビティの開口位置に形成された上記絶縁膜の部位に、上記基板の裏面側から形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有するので、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性を有する感熱式流量検出素子が得られる。

【0048】

また、この発明によれば、絶縁膜が表面の全面に形成された平板状の基材と、上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去して形成されたキャ

ビティと、上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に形成された感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部とを有するので、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性を有する感熱式流量検出素子が得られる。

【0049】

また、この発明によれば、平板状の基材の表面に保護膜を形成する工程と、上記基材の裏面側から上記保護膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、上記基材の裏面、上記キャビティの壁面および該キャビティ内に露出する上記保護膜の露出面に絶縁膜を形成する工程と、上記保護膜の露出面に形成された上記絶縁膜の部位に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有するので、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性を有する感熱式流量検出素子の製造方法が得られる。

【0050】

また、この発明によれば、平板状の基材の表面に絶縁膜を形成する工程と、上記基材の裏面側から上記絶縁膜に至るように該基材を除去してキャビティを形成する工程と、上記キャビティ内に露出する上記絶縁膜の露出面上に感熱抵抗膜からなる発熱抵抗部を形成する工程とを有するので、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性を有する感熱式流量検出素子の製造方法が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す下面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す上面図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子を示す断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る感熱式流量検出素子の製造方法を説明する工程断面図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 に係る感熱式流量検出素子の製造方法を説明する工程断面図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 1 による流量検出素子を用いた流量センサを示す正面図である。

【図 7】 図 6 の V I I - V I I 矢視断面図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 1 による流量検出素子を用いた流量センサにおける制御回路を示す回路図である。

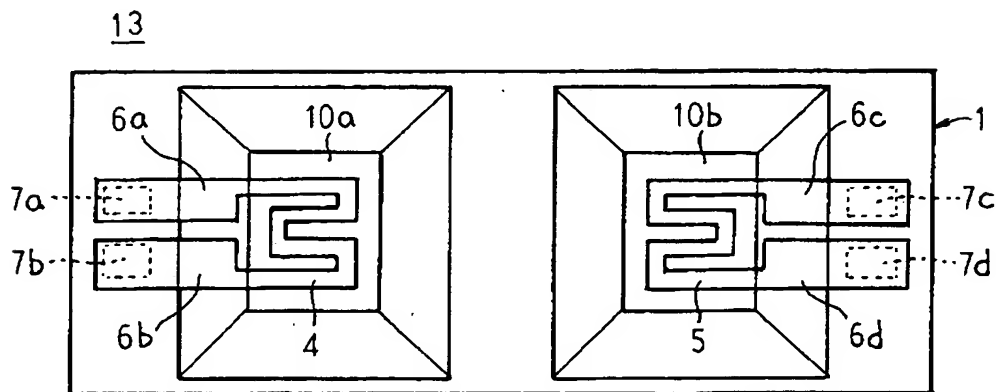
【図 9】 この発明の実施の形態 2 に係る感熱式流量検出素子を示す断面図である。

【符号の説明】

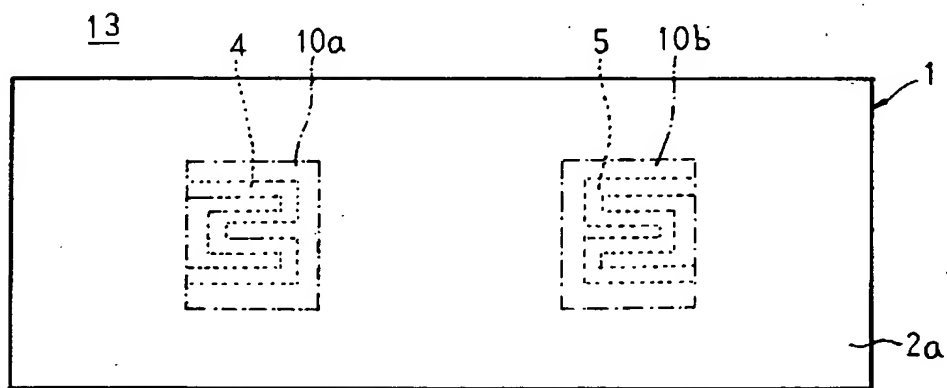
1、1 A 基材、2 a 保護膜、3、3 a 絶縁膜、4 発熱抵抗部、6 a、6 b リードパターン、9 a、9 b キャビティ、10 a ダイアフラム、13、13 A 流量検出素子。

【書類名】 図面

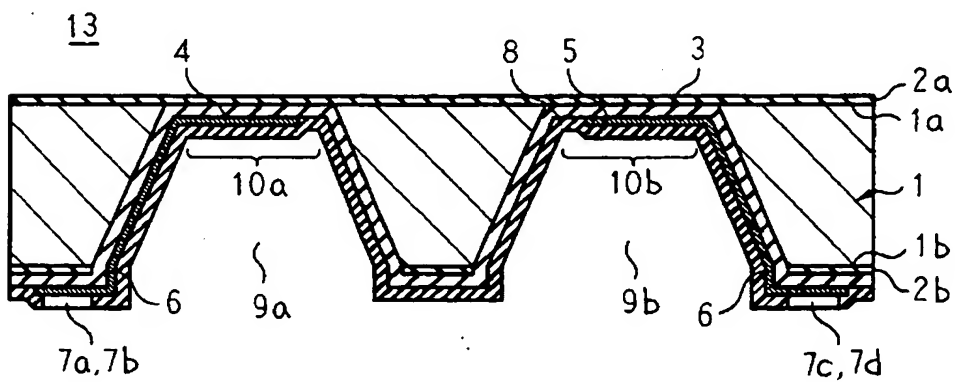
【図 1】



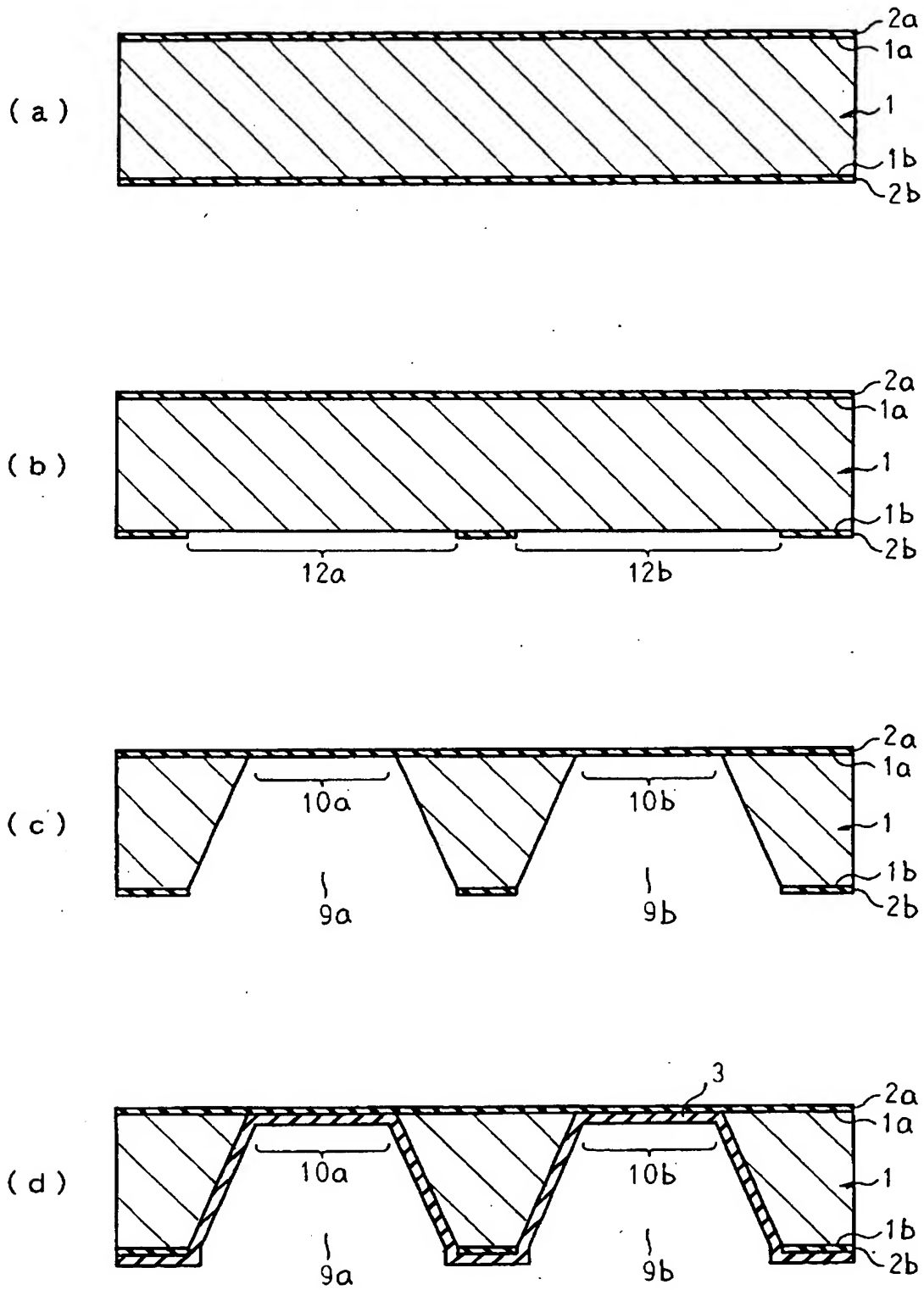
【図 2】



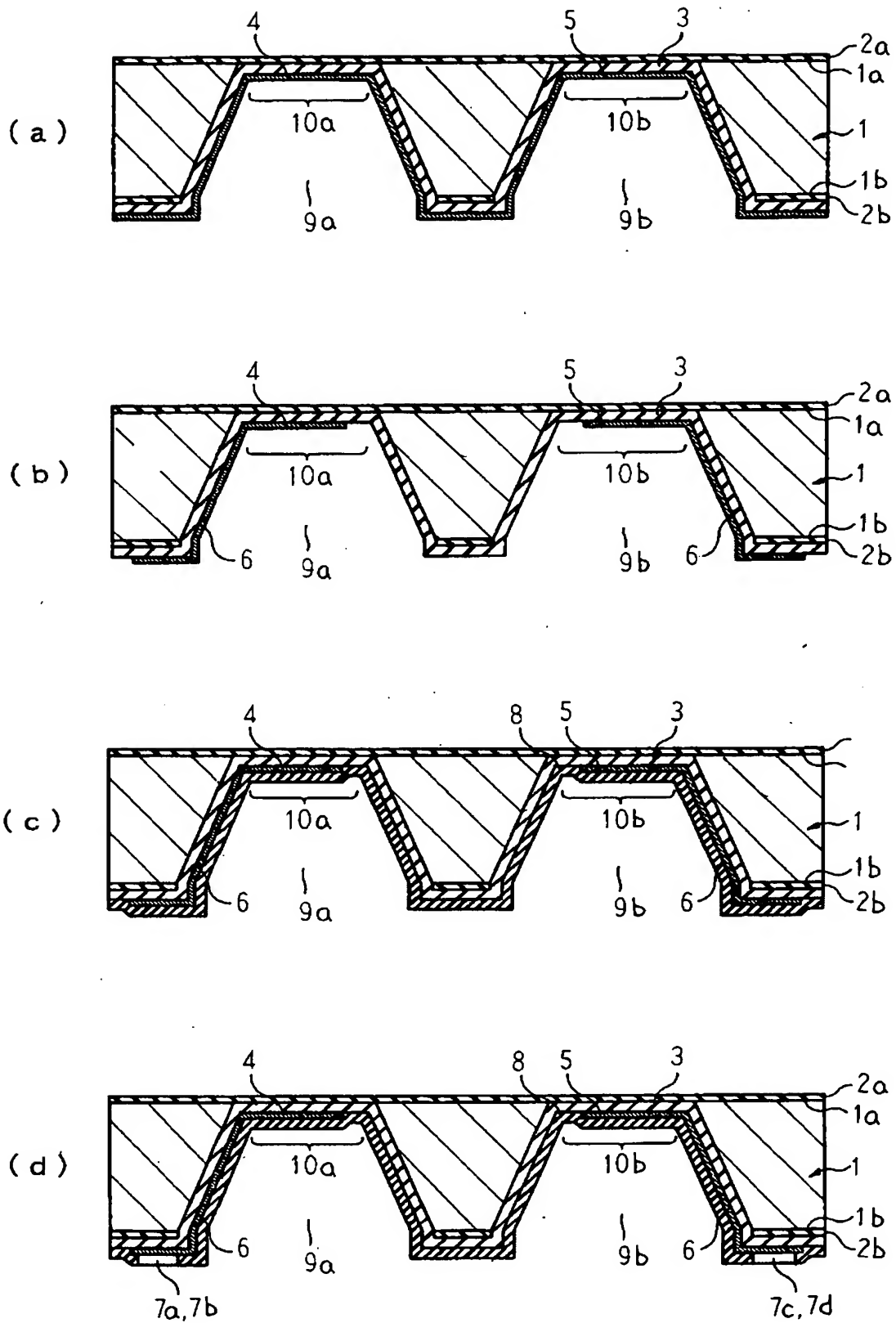
【図 3】



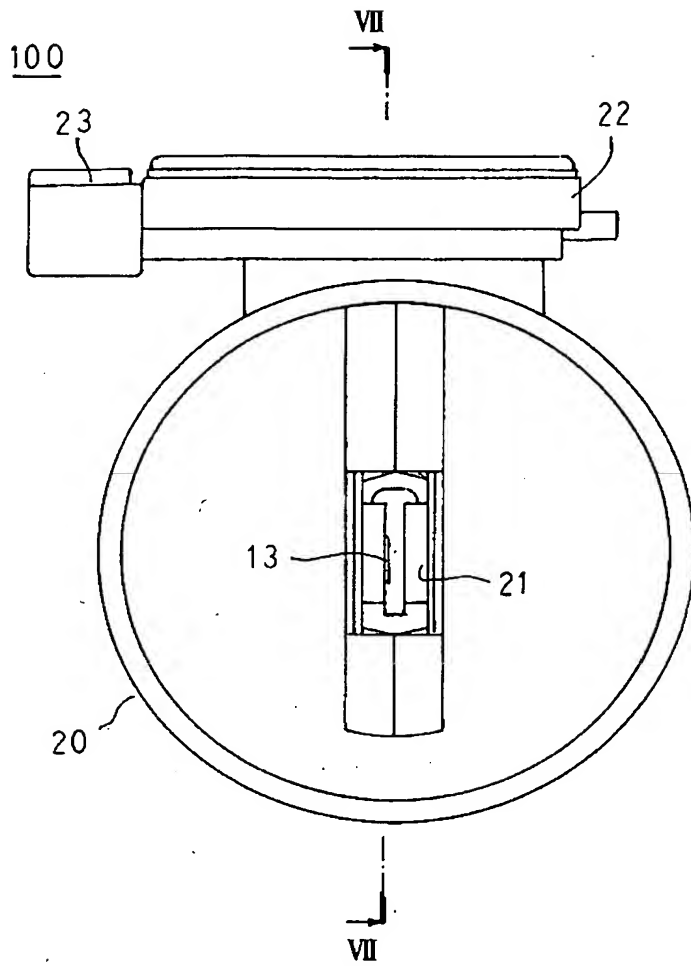
【図 4】



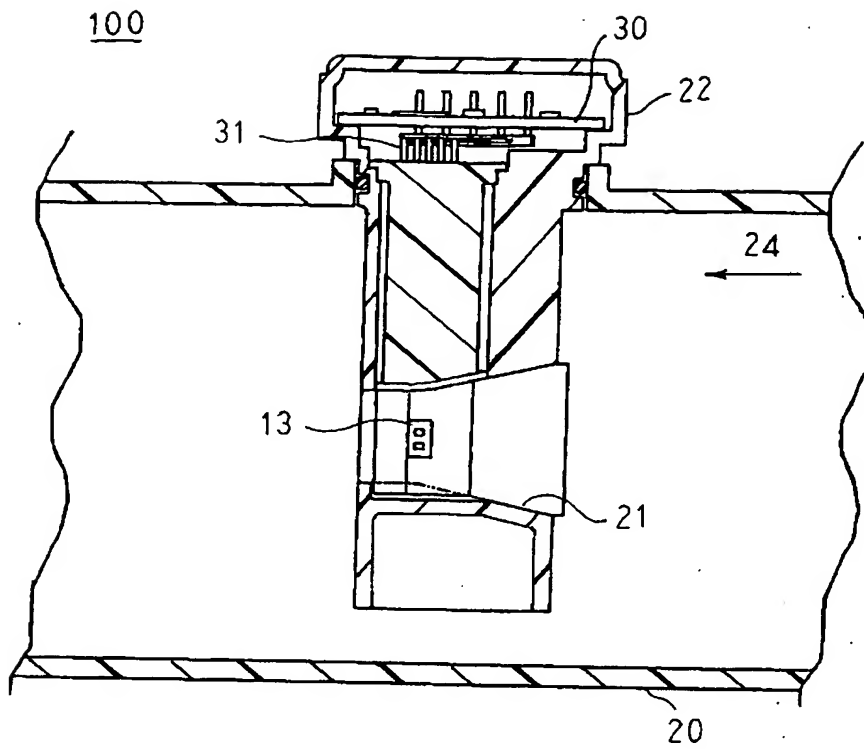
【図 5】



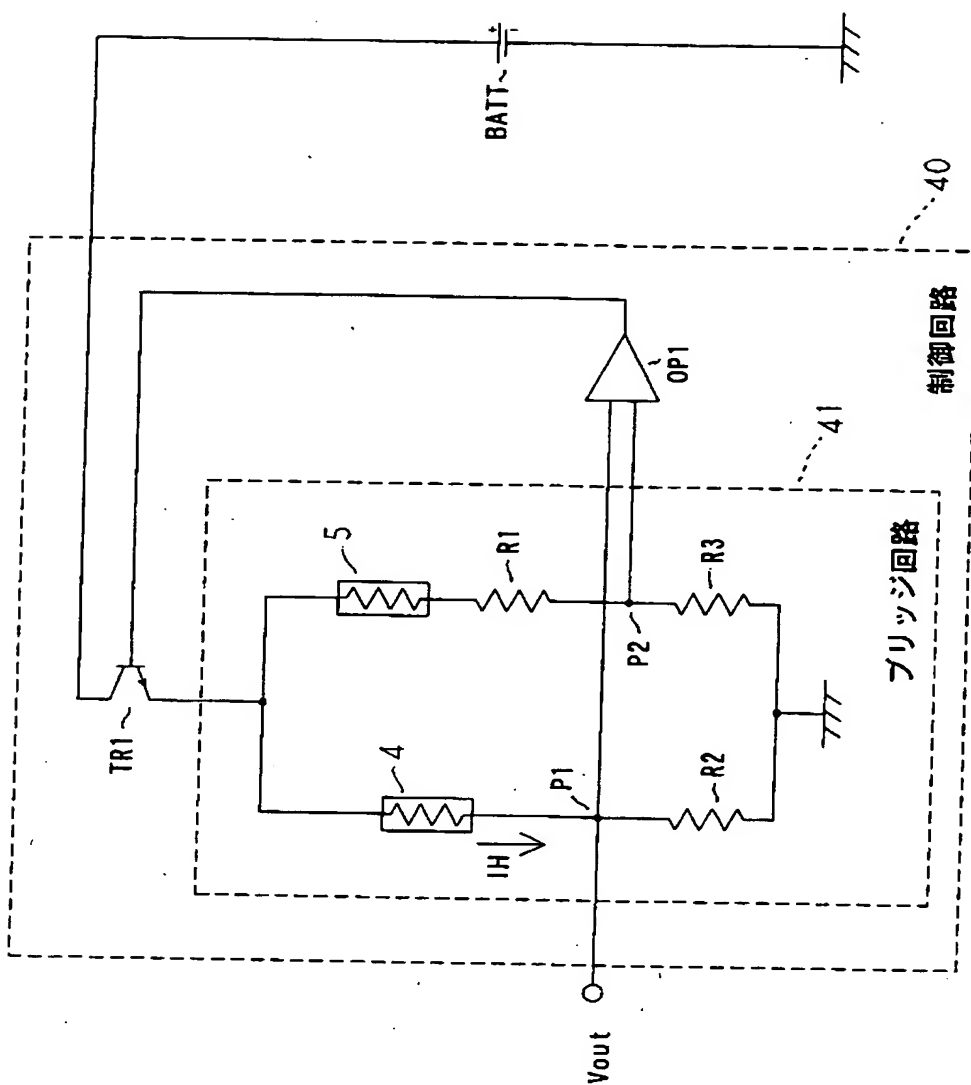
【図 6】



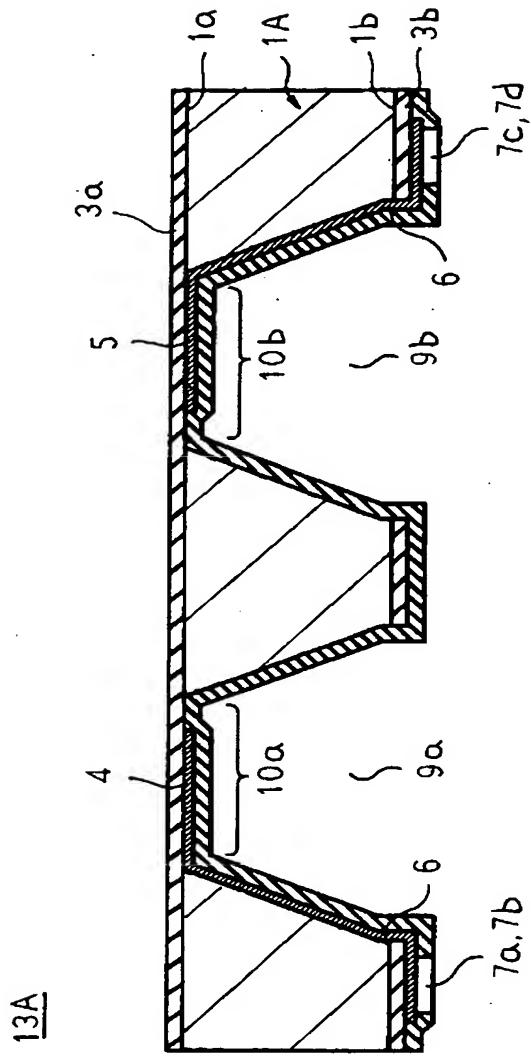
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、基材の表面の凹凸に起因する流体の流れの乱れやダストの堆積の発生を抑え、安定した流量検出特性が得られる感熱式流量検出素子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 キャビティ 9 a、9 b が平板状の基材 1 の裏面 1 b から保護膜 2 a に至るように形成され、絶縁膜 3 が基材 1 の裏面 1 b、キャビティ 9 a、9 b の壁面および保護膜 2 a の露出面に形成され、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 が保護膜 2 a の露出面上の絶縁膜 3 の部位に形成されている。さらに、リードパターン 6 a ~ 6 d が、発熱抵抗部 4 および流体温度測温抵抗部 5 からキャビティ 9 a、9 b の壁面を通して基材 1 の裏面 1 b 上に延出するように絶縁膜 3 上に形成されている。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 1 9 0 4 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
三菱電機株式会社